

172  
21



Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

**MECÁNICA Y SISTEMA DE FUERZA  
EN ORTODONCIA**

**T E S I S A**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

CIRUJANO DENTISTA

P R E S E N T A:

**MARIA DE LOS ANGELES HERNÁNDEZ MORALES**

*V. B.* *[Signature]*

ASESOR: C.D. PEDRO LARA MENDIETA

SEMINARIO DE ORTODONCIA  
PROMOCIÓN XXI



Ciudad Universitaria. México, D.F.

1998

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

262549



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**A DIOS,  
POR DARME LA VIDA,  
GUIARME CON PACIENCIA  
Y PERMITIRME LLEGAR  
HASTA AQUÍ.**

## PROLOGO

En un principio, la gran oportunidad que se me brindaba al ingresar a la facultad de Odontología, me asustaba, por el hecho de tomar en cuenta la gran responsabilidad y el gran compromiso que ello representaba. Seguir adelante en algunas ocasiones fue un poco difícil, pero el camino seguía y levantarse después de algunos tropiezos hacía aún más fuerte mis ganas de seguir adelante y de mantenerme en pie.

El camino no fue fácil pero después de haber concluido una de las etapas de este, estoy segura que valió la pena.

Ya que todas las experiencias me dieron aún más aliento para seguir caminando, entonces surgió la posibilidad de obtener la recompensa a todo el trabajo realizado durante 5 años, con la invitación y la orientación acertada de mi profesor de Ortodoncia a participar en el Primer Seminario de la misma materia, inmediatamente tuve la seguridad de ingresar.

El Seminario inició. Nunca imagine lo que necesitaría ni cuanto nos exigirían, pero logré salir adelante; me sorprendí al darme cuenta de todo lo que podía ofrecer. Así transcurrió el seminario con sufrimiento pero al mismo tiempo con satisfacción por que a pesar de todos los desvelos al final todo saldría bien.

Nadie trabaja verdaderamente sólo. Es difícil expresar mi gratitud a cada persona que contribuyó a la culminación de este trabajo.

Quiero agradecer principalmente a mi familia.

A mi Mama, Amelia Morales Trujillo cuyos sacrificios hicieron posibles mi educación.

A mi Papá, Angel Hernández.

A mis hermanos Arthur, Irma, Lupita, Amely y Javier, en especial a Rosy por su apoyo y comprensión.

A todos mis compañeros y amigos; muy en particular a Raúl Arturo por ser un "AMIGO" incondicional, brindarme su apoyo y alentarme a seguir adelante siempre.

A Eduardo Barahona y Paty Santoyo que fueron a pesar de todo la base para seguir estudiando.

A Eliú y Hugo por ayudarme a la transcripción de gran parte de mis trabajos. Gracias Aline por brindarme simplemente su amistad.

Quiero expresar mi más profundo aprecio a mi amiga y maestra Dra. Edelmira López, por su comprensión durante este tiempo.

A mi profesor y asesor Dr. Pedro Lara por dedicación y consejo otorgada a mi investigación además de colaborar en mi formación y desarrollo profesional.

Agradecer al equipo docente su entusiasmo transmitido. Al Dr. Raúl Cazares por invitarme muy acertadamente a la realización del seminario. A los Doctores Javier Lamadrid y Arturo Alvarado por su exigencia y al mismo tiempo sus enseñanzas.

Por último pero no menos importante a la UNAM por haberme permitido usar sus instalaciones para mi realización profesional.

# **MECÁNICA Y SISTEMA DE FUERZA EN ORTODONCIA**

## **INDICE**

### **INTRODUCCION**

<b>ANTECEDENTES .....</b>	<b>2</b>
<b>CAP. I PRINCIPIOS MECÁNICOS .....</b>	<b>6</b>
Definiciones .....	9
<b>Cap.II SISTEMAS DE FUERZAS .....</b>	<b>20</b>
Fuerza.....	20
Clasificación de fuerzas.....	24
Fuerzas diferenciales y momentos .....	27
Manera de aplicación de la fuerza .....	28
Dirección de la aplicación de la fuerza.....	30
<b>Cap. III PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS MATERIALES.....</b>	<b>34</b>
Propiedades elásticas básicas.....	34
Modos de activación.....	35
Carga y deformación.....	35
Factores del comportamiento elástico de los metales.....	38

## Cap. IV APLICACIÓN DE LA MECANICA EN LA APARATOLOGIA

ORTODÓNICA .....	43
Elementos Activos.....	45
Elementos Pasivos.....	50
Tipos de aparatos .....	54
CONCLUSIONES .....	<del>54</del> 55
PROPUESTA .....	<del>55</del> 56
BIBLIOGRAFIA .....	<del>56</del> 57



## INTRODUCCION

Inicialmente se proponía ejercer presión a los dientes (Celsio en Roma) para alinearlos, posteriormente, pretendían cambiar su posición luxándolos y forzándolos a su posición correcta, después se dieron cuenta de la peligrosidad de esto y la gran ventaja de utilizar las fuerzas mecánicas, a partir de esto se inicia la era moderna (Pierre Fauchard).

Se puede decir que es el comienzo de la ortodoncia clínica, en la cual surgen los primeros aparatos y dan la pauta para iniciar las investigaciones experimentales (Sandstedt y Oppenheim) acerca de las fuerzas aplicadas y las reacciones que se provocan al ser utilizadas. Varios autores se preocupan más por saber y tener bien fundamentada la mecánica en sus tratamientos. Entonces surgió la necesidad de investigar más a fondo la aplicación de la bioingeniería (Graber-Swain) o la aplicación de la física analítica (Jarabak) y poder estudiar mejor la biomecánica (Marcotte) para así llegar a tener conocimientos más exactos en relación a la respuesta de aplicación de fuerzas en un tratamiento ortodóntico.

En este trabajo, se definirán varios conceptos físicos, que son importantes porque nos serán muy útiles para comprender los mecanismos necesarios para iniciar, realizar y finalizar un adecuado tratamiento ortodóntico.

Por lo tanto esta hipótesis nos dará las bases necesarias para planear, realizar y dar seguimiento a los planes mecánicos dentro de la ortodoncia.

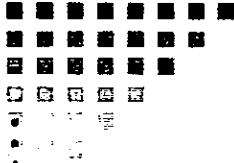
Aunque mucho del conocimiento ortodóncico corriente es referido a las ciencias básicas como: anatomía, biología, biofísica o mecánica aplicada por nombrar sólo algunas, y finalizar con la cibernética y la computación.

Cabe mencionar que la ortodoncia fuera de la relación con las ciencias básicas a logrado un campo totalmente enriquecido de conocimientos aunados con la aplicación de las ciencias físicas que nos indican la correcta utilización de la mecánica y la fuerza al realizar un tratamiento.

El objetivo general pretende que los temas plasmados en esta tesina aporten información de gran interés para aquellos que desean ampliar o reafirmar sus conocimientos en cuanto al tema y sirva de base para las nuevas generaciones.

Su objetivo particular se enfoca a las bases físicas relacionadas con la ortodoncia, y su importancia que tiene al aplicarlas, sin darle menor importancia a las reacciones que sufren los elementos anatómicos en donde son aplicados (parodonto, dientes y hueso) ya que la física y la biología dentro de la odontología tiene una íntima relación en determinados campos de acción como lo es la ortodoncia en donde esta relación es primordial.

Durante la carrera de Cirujano Dentista, no se le da la importancia requerida o necesaria a los principios físicos o mecánicos al realizar un tratamiento, siempre se preocupan más por las respuestas que se producen, o que el resultado sea rápido y visible; sin tomar en cuenta el tipo de fuerzas físicas y si en realidad estas son adecuadas en los objetivos planteados en un tratamiento por esto se justifica la realización de este trabajo.



# ANTECEDENTES



## ANTECEDENTES

Es preciso establecer una pequeña reseña de la evolución histórica donde se expondrán las teorías, documentos y objetivos científicos que se han basado en este tema desde la antigüedad hasta los tiempos actuales.

Celsio en Roma, proponía, ejercer presión sobre piezas dentarias que salían desviadas para enderezar su posición y hacerlas entrar en correcto alineamiento. <sup>(2)</sup>

Inicialmente se intentaba cambiar la posición dentaria luxando el hueso alveolar forzando la pieza al sitio correcto, aunque después comprendieron la peligrosidad de esto y la ventaja de mover o desplazar el diente lentamente por fuerzas mecánicas; esto se manifiesta en el libro de Fauchard (1728) Donde también se encuentran los primeros aparatos ortodóncicos que perseguían mejorar la estética de los dientes. En ese momento se inicia la era moderna, la ortodoncia clínica. <sup>(2)</sup>

En el siglo XIX aparecen autores que despojan de su carácter empírico, y preparándose para el gran paso adelante que se iba a producir en el siglo siguiente; en donde se inician los estudios sobre los factores etiológicos de la maloclusión los cuales establecen el fundamento de su interpretación diagnóstica, y se realizan las primeras experiencias sobre el efecto de las fuerzas ortodóncicas.

Sandstedt (1904) y Oppenheim (1911), son los primeros autores que inician las investigaciones experimentales, para comprobar las verdaderas modificaciones y cambios estructurales alrededor de los



dientes sometidos a fuerzas ortodóncicas. El primero sobre perros y el segundo sobre monos. <sup>(2)</sup>

Oppenheim dice que todo el hueso alveolar se abre como resultado de fuerzas débiles, debido a las fuerzas de tracción y presión a ambos lados del diente movido y el hueso mismo se transforma en espejos transitoriamente con sus elementos dispuestos en dirección a la fuerza.

Mientras Sandstedt observa solamente los procesos del hueso en los puntos de presión y tracción y localiza el eje de rotación del diente en el tercio medio de la raíz.

En 1926 los norteamericanos Johnson, Appleton y Rittershofer, trabajan sobre el macacusrhesus(mono pequeño), con un aparato lingual produciendo linguo y labioversión de los incisivos obteniendo resultados no distintos a los de Oppenheim.

Oppenheim presenta nuevas comprobaciones, este autor utiliza como costumbre monos, y mueve por medio de fuerzas suaves, intermitentes cuatro incisivos. <sup>(2)</sup>

Carl Dreitner es el primero que investiga sobre los efectos de la fuerza intermaxilar; dice que esta fuerza actúa cambiando la forma de los maxilares, ya sea aumentándola o reduciéndola, por cambio óseo en las ramas, ángulos y procesos de los cóndilos de la mandíbula. <sup>(2)</sup>

En 1932. B. Gottlieb y B. Orban, estudian las alteraciones tisulares por sobre carga, tomando cuarenta perros, de distintas edades.

También en 1932, Martín Schwarz estudió los cambios estructurales según la cantidad de fuerza empleada, utilizando perros



como animales de experimentación. El objeto de este autor es medir la fuerza que se utiliza y obtener los resultados comprobatorios de cual es la fuerza de elección en el uso corriente.

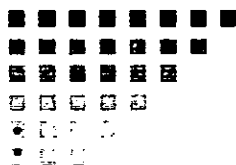
Herzberg (1932) presenta una observación sobre un premolar que debió ser extraído. Posteriormente los doctores Kogure, Stuteville, etc. presentan casos similares. Pero es nuevamente Oppenheim (1936) quien presenta una serie de casos con conclusiones similares a las experiencias anteriores hechas sobre animales, pero con algunas variantes.

Sicher reportó en 1942, estudios sobre movimiento axial de dientes en constante crecimiento.

En 1970 Joseph R. Jarabak al tener un gran interés sobre el metería realizó un escrito de dos tomos dando un enfoque mayor a los principios físicos-mecánicos que son utilizados hasta hoy en día en Ortodoncia como base para la utilización de fuerzas necesarias en tratamientos que requieran tratamientos de distintas magnitudes. <sup>(10)</sup>

Michael R. Marcotte en 1990 gracias al estímulo y apoyo de sus profesores decide publicar sus estudios e investigaciones plasmándolos en su libro Biomecánica en Ortodoncia. <sup>(11)</sup>

A menudo que surgen más investigaciones lograremos comprender más la mecánica y la podremos aplicar a la Ortodoncia para obtener mejores resultados en los movimientos dentales



## CAPITULO I

# PRINCIPIOS MECÁNICOS





## CAPITULO I

### PRINCIPIOS MECÁNICOS.

Para formar juicios valiosos sobre la mecánica utilizada en la ortodoncia, y las respuestas obtenidas en esta área , primero debemos definirla y tener los conocimientos de sus principios para asegurarnos que su aplicación es la adecuada a una buena terapéutica ortodóncica.

Dado que el movimiento dentario tiene lugar en forma muy lenta, es necesario diseñar por adelantado las combinaciones correctas de fuerzas que se necesitan para efectuar el movimiento deseado en cada diente; y esto requiere de la aplicación de las ciencias básicas como la mecánica analítica, que es la ciencia que trata la acción de fuerzas sobre la forma y movimiento de los cuerpos. En este caso, los cuerpos son los dientes, los ligamentos periodontales y los huesos; las fuerzas son las producidas por aparatos ortodóncicos, o por contracciones musculares contra los dientes o a través del engranaje intercuspideo de los dientes. <sup>(10)</sup>

Esta materia explica las fuerzas y los sistemas de fuerzas, pero su énfasis esta puesto en hacer comprender y de llegar, si es posible, en hacer pensar en términos de sistemas de fuerza. <sup>(10)</sup>

La necesidad para el ortodoncista de diseñar sistemas complejos de fuerzas surge principalmente del hecho de que los aparatos están conectados únicamente con las áreas coronarias de los dientes; una segunda razón para el diseño de sistema complejos de fuerza surge del principio mecánico de que para cada acción hay una reacción igual y contraria. <sup>(10)</sup>



Conjuntamente con estos factores mecánicos hay también factores biológicos, menos evidentes pero importantes, todos los cuales hacen que la mecánica analítica sea una ciencia básica para el ortodoncista. <sup>(10)</sup>

La mecánica teórica tiene posibilidades potenciales en tres áreas:

Los conocimientos básicos de ingeniería y física pueden mostrarnos el camino hacia un mejoramiento del diseño de los aparatos de ortodoncia. <sup>(7)</sup>

La mecánica teórica puede ayudarnos en diseño de un nuevo aparato mediante la transferencia de conocimientos adquiridos de algunos de nuestros aparatos. Por ejemplo, si un aparato ya existente opera bastante bien para un tipo dado de movimiento dentario, podemos utilizar el sistema de fuerzas desarrollado por este aparato como base para el planeamiento de uno nuevo.

Una área de aplicación es el estudio de la biofísica del movimiento dentario. Si podemos cuantificar los sistemas de fuerza que se aplican a los dientes, estaremos en mejor situación para comprender las respuestas clínicas e histológicas que ocurren.

Para formular juicios válidos sobre la respuesta de los dientes a las fuerzas ortodóncicas debemos primero definir plenamente los sistemas de fuerza que actúan sobre los dientes.

Por otra parte, la mecánica teórica puede utilizarse para formular conceptos útiles sobre la distribución de tensiones en el ligamento periodontal en relación con el remodelado del hueso.



La última área comprende el conocimiento de la física la cual posibilita que obtengamos mejores resultados de los tratamientos.

Si nuestras suposiciones acerca de las relaciones entre fuerzas y movimiento dentario se aproximasen más a la realidad, no sería sorprendente que mejore la calidad de tratamiento ortodóncico, por ejemplo, muchos de los efectos colaterales indeseables que se producen en el transcurso del tratamiento ortodóncico pueden atribuirse directamente a la falta de comprensión de la física involucrada en un ajuste dado.

En cierto sentido es casi nuestro deber comprender la física de estas fuerzas de manera que podamos controlar mejor la única variable sobre la que podemos influir tanto.

El tratamiento ortodóncico eficiente requiere buenos planes de tratamiento y buenos planes mecánicos.

La mecánica describe los efectos de las fuerzas sobre los cuerpos (dientes y huesos incluidos), y puede dividirse en tres áreas <sup>(1)</sup>:

1. Estática.
2. Cinética.
3. Resistencia de los materiales.

La estática describe los efectos de las fuerzas sobre los cuerpos en reposo o a velocidad constante (en línea recta).

La cinética describe el comportamiento de los cuerpos que sufren velocidades cambiantes (aceleración o desaceleración). <sup>(2)</sup>



La resistencia de los materiales, describe la relación entre fuerza y tensión dentro de distintos materiales y permite seleccionar los más indicados para ejercer una fuerza particular.

## **DEFINICIONES**

Para hacer comprensible nuestro vocabulario, debemos introducir algunas definiciones especialmente para ser utilizadas en la explicación de la mecánica analítica aplicada a la ortodoncia. Las definiciones que siguen son amplias e ilustradas mucho más allá de las definiciones usuales de un diccionario, debido a la gran importancia que tiene en la ciencia que estamos explicando:

### **1. CUERPO**

Una cantidad de materia inerte, que puede ser rígida o elástica.

Cuando las partículas de un cuerpo se mueven muy poco o nada en relación unas con otras, se trata de un cuerpo rígido, como por ejemplo un diente o un hueso.

Cuando el cuerpo puede ser levemente deformado y retorna a su forma original, se trata de un cuerpo elástico, por ejemplo gomas elásticas, los ligamentos periodontales y los resortes de alambre.

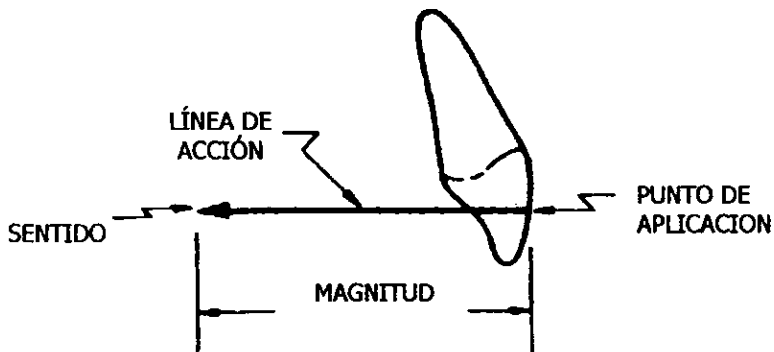
### **2. FUERZA.**

Es la acción de un cuerpo sobre otro; pudiendo ser presión o tracción.

Para el ortodoncista las características importantes de una fuerza son:



1. Punto de aplicación
2. Línea de acción
3. Dirección
4. Magnitud
5. Grado de cambio



*Fig. 1. Las fuerzas pueden ser tratadas como vectores y representadas como flechas. <sup>(13)</sup>*

### 3. VECTOR

Un vector representa una acción mecánica en línea recta, tal como empujar o tirar. Más exactamente es una magnitud dirigida de fuerza que actúa en línea recta. Como influencia traslatoria dirigida, un vector ejerce efectos también en otras direcciones, lo cual convierte el análisis de los vectores en un instrumento útil de la comprensión de los efectos ortodóncicos.



Un vector puede ser descrito totalmente por dos parámetros <sup>(16)</sup>:

1. Dirección
2. Magnitud o intensidad .(puede ser medida en unidades tales como gramos)

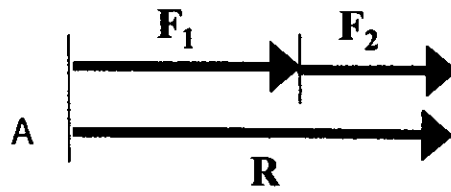
Un vector puede ser representado esquemáticamente por cualquier serie de segmentos de líneas rectas iguales y paralelas. La dirección de la acción se indica por una cabeza de flecha.

La magnitud de un vector de fuerza está representada por la longitud de la línea, que se hace proporcional a la fuerza.

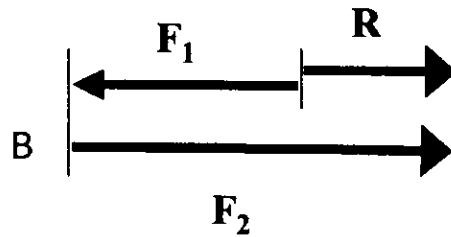
Un vector no está limitado a un punto definido de aplicación sino que simplemente denota un efecto que opera en una dirección específica.

La aplicación de una fuerza a cualquier cuerpo tiene efectos potenciales en otras direcciones distintas de aquellas en que fue aplicada. Estos efectos angulares de fuerzas siguen reglas claras y simples, y un análisis vectorial esquemático hace fácil analizar y visualizar esos efectos.

Los vectores en un diagrama muestran cómo las fuerzas en un sistema combinan sus múltiples características para producir un efecto resultante sobre el diente. Los métodos de combinar vectores de fuerzas son definidos en detalle bajo el título sistema de fuerzas.

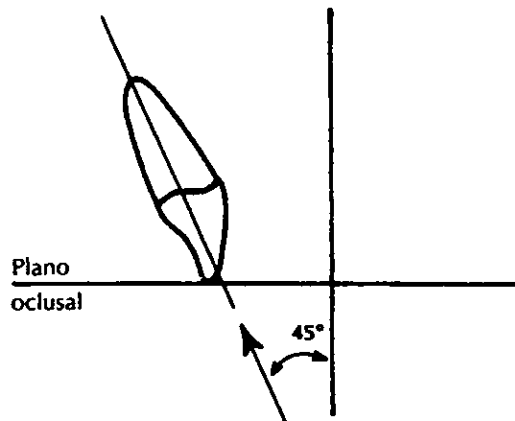


$$\text{Resultante} = F_1 + F_2$$



$$\text{Resultante} = F_2 - F_1$$

**Fig. 2.** Vectores de fuerza. A, suma resultante de dos fuerzas. B, resta resultante de dos fuerzas. <sup>(10)</sup>



**Fig. 3.** Cuantificación de un Vector. <sup>(11)</sup>



#### 4. MOMENTO DE FUERZA

El momento de una fuerza respecto a un punto fijo es una medida de la tendencia de dicha fuerza de rotar un cuerpo alrededor de ese punto fijo. Es decir, es la influencia rotatoria que determina que el objeto al cual se le aplica una fuerza rote, se vuelque o gire. <sup>(10, 16)</sup>

Es el valor de la fuerza multiplicado por el valor lineal; por esto se mide en unidades híbridas tales como: gramos – centímetros.

Los elementos de este sistema son:

1. La fuerza
2. El brazo del momento
3. El punto fijo o centro del momento



*Fig. 4. Momentos de fuerza <sup>(10)</sup>*

#### 5. CUPLA O PAR

Una cupla es un sistema de dos fuerzas actuando sobre un cuerpo específico. Estas fuerzas son iguales, opuestas y paralelas, pero no colineales, ellas deben descansar sobre el mismo plano pero no deben tener el mismo punto de aplicación, la cupla puede producir un movimiento de giro o contrarrestar un movimiento del mismo tipo. <sup>(14, 17)</sup>





Producirá una rotación pura, haciendo girar al objeto alrededor de su centro de resistencia, mientras que la combinación de una fuerza y un par puede modificar la forma de girar de un objeto mientras se desplaza.

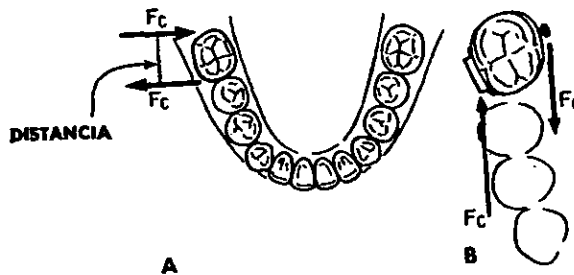


Fig. 4. A, Una cupla teórica. B, Un cuopla teórica. <sup>(10)</sup>

## 6.- MASA Y PESO.

Masa, se aplica a toda partícula de materia que se encuentra en el universo. <sup>(11)</sup>

La masa de un cuerpo es la cantidad de materia que contiene, por ejemplo; un primer molar superior permanente tiene mayor masa que un incisivo central superior, además pesa más y se puede medir la cantidad de masa que estos dientes contienen pesándolos; ya que masa y peso son proporcionales; aunque no sean lo mismo.

## 7.- EJE.

Es un punto en torno del cual se produce un rotación, depende sólo de la influencia de las fuerzas externas, puede ubicarse en cualquier parte dentro o fuera del objeto rotante. <sup>(16)</sup>



## 8.- FULCRO.

Es el sostén físico, tal como el apoyo y pivote bajo una palanca. Es el punto real de aplicación de la fuerza, aplicada o reaccional, de modo que es un elemento de ingreso en el cuadro total de la fuerza.

En razón de su función estructural; con frecuencia el fulcro puede ser también donde se localice el eje. <sup>(11)</sup>

## 9.- LEYES DE NEWTON

En 1686, Newton presentó las leyes fundamentales de la mecánica, su aplicación sobre los cuerpos y los resultados de sus experimentos empleando estos principios. Sus tres leyes de movimiento son las siguientes <sup>(11)</sup>.

### Primera ley.

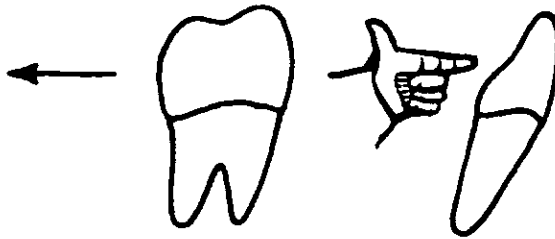
Un cuerpo continúa en estado de reposo o en movimiento uniforme en línea recta, a menos que sea obligado a cambiar su estado por las fuerzas que se ejerzan sobre él. <sup>(11)</sup>

### Segunda ley.

La aceleración de un cuerpo (el cambio de velocidad con el tiempo) tiene la misma dirección, es proporcional a la fuerza que lo produce y es inversamente proporcional a la masa del cuerpo. <sup>(11)</sup>

### Tercera ley.

Con cada acción o fuerza se produce una reacción igual y en dirección opuesta. <sup>(11)</sup>



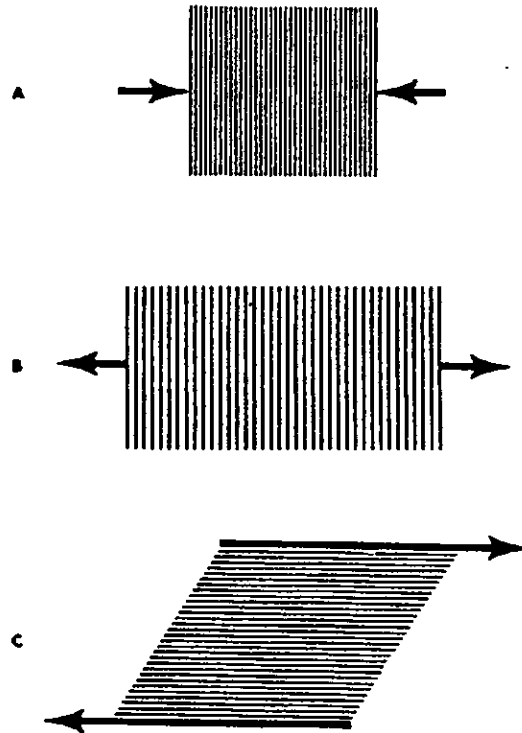
*Fig. 5. Cada acción tiene una reacción y opuesta. <sup>(11)</sup>*

### **TENSION, PRESION Y FRICCIÓN.**

La fuerza mecánica se expresa entre objetos físicos y se identifica sólo por sus acciones sobre la materia. Esas acciones producen reacciones en la materia, que pueden ser clasificadas en tres grupos. <sup>(16)</sup>

Empujar, tirar y deslizar son los términos más comunes que se aproximan a las tres clasificaciones de presión, tensión y fricción. La tensión y presión son tan corrientemente experimentadas que requieren poca explicación. La tensión tiende a separar el material, mientras que la presión lo comprime. <sup>(16)</sup>

La fricción es más sutil. Lo más a menudo es que se la experimente en combinación con tensión y presión y pase inadvertida. La tensión y la presión son las resultantes de fuerzas que actúan en direcciones opuestas a lo largo de la misma línea. Cuando las líneas de acción no están enfrentadas, las fuerzas tienden a deslizar una parte del material sobre otra. Esta es la fricción. <sup>(16)</sup>

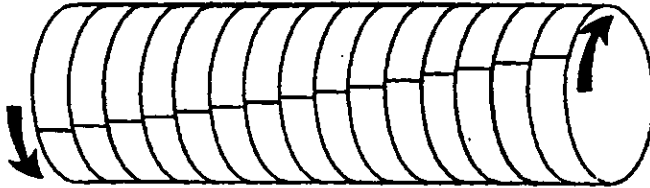


*Fig. 6. Efecto de fuerzas. A, presión. B, tensión. C, fricción. <sup>(16)</sup>*

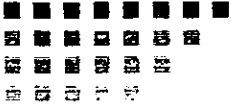
### **TORQUE Y TORSIÓN.**

La torsión es la versión rotatoria de la fricción. Cuando se retorce un material sus componentes se pasan unos a otros según una larga vía circular en vez de una línea recta. <sup>(16)</sup>

Torque y torsión son palabras complementarias que describen el mismo fenómeno desde distintos puntos de vista. Torque es lo que se le hace al material (la fuerza de retorcimiento) y torsión es lo que sucede como resultado.



*Fig. 7. Las cargas de torsión o retorcimiento aplican una tensión de fricción en sentido rotatorio. <sup>(16)</sup>*



## CAPITULO II

# SISTEMAS DE FUERZAS



## CAPITULO II

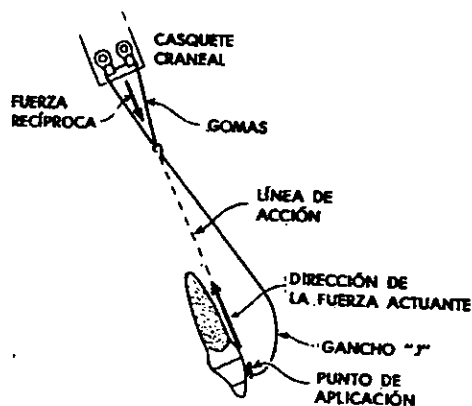
### SISTEMAS DE FUERZAS

Para conseguir un tratamiento ortodóncico satisfactorio se requiere comprender el significado, de un sistema de fuerzas para así realizar los procedimientos terapéuticos ideales para obtener los resultados deseados.

#### FUERZA.

Es la causa capaz de modificar el estado de reposo, o imprimir variación al movimiento de un cuerpo. En ella se distinguen <sup>(14)</sup>:

1. Intensidad o potencia: La cantidad de fuerza se expresa en gramos.
2. Punto de aplicación: Son los que reciben la fuerza.
3. Línea de acción: Es la dirección en que se mueven.
4. Dirección: Es la orientación de la fuerza que se esta aplicando respecto al eje de rotación.



*Fig. 8. Características y desarrollo de una fuerza. <sup>(10)</sup>*



Las fuerzas son una clase especial de vectores que poseen una dirección y una magnitud y se producen a lo largo de una línea que llamamos línea de acción <sup>(11)</sup>.

El punto de aplicación puede estar en cualquier punto de su línea de acción sin que su efecto se modifique.

Cuando una fuerza se aplica sobre un cuerpo, lo que determina el efecto será la relación entre la línea de acción de la fuerza y el centro de gravedad del cuerpo.

El centro de gravedad, que es el punto teórico sobre el que ese cuerpo esta perfectamente en equilibrio, coincide con el centro geométrico sólo cuando se trata de un cuerpo homogéneo y de forma simple y simétrica.

Podemos encontrar dos posibilidades: que la fuerza pase por el centro de gravedad o que pase por fuera de el. En el primer caso se producirá un movimiento en masa del objeto (traslación pura), y en el segundo, la traslación ira acompañada de cierto componente de rotación. La rotación pura sólo se producirá cuando sobre el cuerpo actúe un par de fuerzas, que son dos fuerzas paralelas, en cuanto a su línea de acción, de magnitud igual y direcciones opuestas.

### **CENTRO DE MASA.**

Muchos cuerpos se comportan como si su masa estuviera concentrada en un solo punto. Por ejemplo, si estuviéramos en el espacio, y de pronto nos encontráramos con una gran caja en el camino que quisiéramos apartar del mismo, podríamos empujarla de varias maneras:

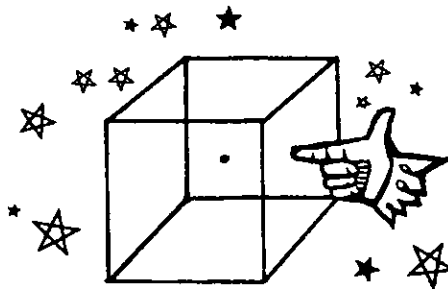




apoyados en uno de sus bordes, con lo cual se alejaría dando vueltas, o apoyados en un centro de masa, y entonces se alejaría sin dar vueltas.

La caja se trasladaría lejos de nosotros; es decir, cada punto de la caja viajaría en una línea recta y paralela. La caja se comportaría como si toda su masa estuviera concentrada en un solo punto, su centro de masa.

En términos prácticos, se puede predecir el comportamiento de cualquier cuerpo en el espacio si se conocen las fuerzas en relación con su centro de masa. <sup>(11,14)</sup>



*Fig. 9. Centro de masa. <sup>(11)</sup>*

### **CENTRO DE RESISTENCIA.**

Es el punto de un cuerpo (diente) sobre el que una fuerza única produciría traslación, es decir, todos los puntos del diente se moverían en paralelo y en línea recta. <sup>(5,6,7,14)</sup>

El centro de resistencia es un punto en el que se puede concentrar la resistencia al desplazamiento para los análisis matemáticos. En un objeto que se encuentra en el espacio libre, el centro de resistencia coincide con el centro de masa. Si el movimiento del objeto está limitado



parcialmente, como es el caso de un poste clavado en la tierra o de una raíz dental anclada en el hueso, la situación del centro de resistencia dependerá de la naturaleza de esos factores limitantes externos. <sup>(14)</sup>

El centro de resistencia de un diente se encuentra aproximadamente en el punto medio de la parte enterrada de la raíz (es decir, aproximadamente a mitad del camino entre el ápice de la raíz y el borde del hueso alveolar). <sup>(17)</sup>

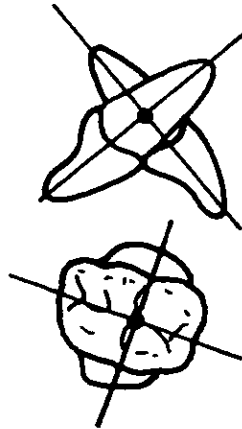


**Fig. 10.** Centro de resistencia. <sup>(11)</sup>

### CENTRO DE ROTACION

Es el punto alrededor del cual se produce realmente la rotación es cuando un objeto se desplaza. Si se aplica una fuerza y un par sobre un objeto, se puede controlar el centro de rotación y conseguir que tenga la ubicación que queramos. <sup>(5, 14, 17)</sup>

De hecho, la aplicación de una fuerza y un par a la corona de un diente es el mecanismo por el que se puede conseguir el movimiento en masa del diente, e incluso un desplazamiento de la raíz mayor que el de la corona.



**Fig. 11. Rotación** <sup>(10)</sup>

### 3.1. CLASIFICACION DE FUERZAS.

La fuerza motriz es producida por la deformación de un cuerpo. Se explica : todo esfuerzo aplicado a un cuerpo sólido produce una reacción que evoluciona en tres estados <sup>(4, 8, 10)</sup>:

- a) Un período de deformación elástica en el cual la deformación desaparece, tan pronto como cesa el esfuerzo.
- b) Un periodo de deformación permanente en el cual el límite de elasticidad es sobrepasado, el cuerpo queda deformado.
- c) Un periodo de ruptura.

En la práctica general puede utilizarse una o más fuerzas para los desplazamientos. Cuando actúan dos fuerzas pueden ser :paralelas y de sentido contrario, constituyendo la cupla de fuerzas que se utilizan para la rotación de dientes. Paralelas y del mismo sentido. <sup>(4)</sup>



Las fuerzas pueden ser concurrentes y el desplazamiento sigue la resultante dada por la diagonal del paralelogramo construido. <sup>(8)</sup>

Las fuerzas instantáneas son aquellas que actúan en el movimiento y luego quedan en estado de reposo, hasta que un nuevo ajuste dado por el profesional, las vuelve a hacer actuar. <sup>(5)</sup>

Las fuerzas sostenidas, son aquellas cuya fuerza se mantiene un largo periodo de tiempo, como son los alambres metálicos, elásticos, resortes.

Las fuerzas sostenidas deben ser muy suaves y controlables, para que rindan exitosamente en ortodoncia, pues si no, tienen el peligro por su continuidad, de provocar alteraciones patológicas; hoy se utiliza mucho las fuerzas que llamamos ligeras, por lo suaves y constantes, y que como se reparten en varias piezas, son biológicas. <sup>(8)</sup>

La intensidad dependerá de:

La resistencia a vencer. Un diente que se quiere desplazar como el que se apoya en nuestra fuerza de anclaje, ofrece una resistencia. Por tanto la intensidad dependerá del o de los elementos a desplazar.

La edad del paciente. Ya que no es lo mismo actuar en un niño de 10 años que en un adolescente o adulto de 16 a 20 años. La plasticidad del primero y la calcificación del segundo regularán la cantidad de la fuerza. La eliminación de fuerzas oclusales es importante en movimientos dentarios adultos y hay necesidad de fuerzas ligeras con periodos más largos de descanso entre ajustes. <sup>(8, 13)</sup>



La reacción individual. Un mismo tipo e intensidad de fuerza, puede producir reacciones diferentes, que condiciona su intensidad para cada caso. Algo que se debe tener presente es que nunca ninguna fuerza utilizada debe superar el umbral del dolor ; cualquier desplazamiento debe ser indoloro.

Es por esto que una de las condiciones que deben tener las fuerzas que se utilizan, es poder regular su intensidad.

De dos maneras se regula la intensidad <sup>(6)</sup>:

**Mecánicamente**, por medio de dispositivos como los dinamómetros o adaptaciones similares como las balanzas pesacartas, tensómetros.

**Clinicamente**: se regula la intensidad por rapidez del movimiento, por ausencia de dolor, o por movilidad de las piezas dentarias.

Los dientes no son cuerpos libres, sino que están unidos a unas estructuras periodontales que restringen su libertad de movimiento. En estas circunstancias, no se habla de centro de gravedad, sino de centro de resistencia. La fuerza que pasase por el centro de resistencia de un diente produciría su movimiento en masa.

En las piezas uniradiculares el centro de resistencia esta localizado el eje longitudinal de la pieza, posiblemente entre un tercio y la mitad de la longitud de la raíz a partir de la cresta alveolar. <sup>(17)</sup>

En las piezas multiradiculares, posiblemente esta localizado uno o 2 mm apical a la bifurcación o trifurcación. <sup>(7)</sup>



Existen combinaciones de varias fuerzas actuando sobre cada diente; estas fuerzas se pueden considerar de cuatro categorías distintas<sup>(11)</sup>:

1. Fuerzas actuantes o de trabajo
2. Fuerzas recíprocas
3. Fuerzas diferenciales
4. Fuerzas de resistencia

Las fuerza actuante y la fuerza recíproca son muy importantes ya que todas las demás fuerzas son respuestas a estas.

Ellas inician su acción por obra del ortodoncista cuando éste activa el aparato colocándole la goma elástica y fijándola en el gancho y en el tubo.

El ortodoncista selecciona la goma elástica apropiada para producir la fuerza actuante deseada y contrarresta la fuerza recíproca cuando su punto de fijación debe permanecer inmóvil.

### **3.2. FUERZAS DIFERENCIALES Y MOMENTOS <sup>(10)</sup>**

Sistemas los cuales son correctamente llamados fuerzas diferenciales o momentos diferenciales pueden ser desarrollados por aparatos mecánicos.

Fuerzas diferenciales son fuerzas actuantes igual y opuestas desarrolladas por un elemento activo simple en un aparato.

Momentos diferenciales son momentos actuantes iguales y opuestos desarrollados por un elemento activo simple en algun aparato.



En un sistema de fuerzas diferenciales ambos extremos de un elemento activo deben mover el diente al cual han sido fijados.

### **FUERZAS DE RESISTENCIA**

Cuando un diente no es expuesto a fuerzas expuestas que actúan sobre su corona se mantiene estacionario en su alvéolo en un equilibrio estático, no hay en ese caso ninguna fuerza neta o resultantes de fuerzas actuando sobre el diente.

Cuando una fuerza es aplicada sobre la corona de un diente ésta se mueve ligeramente en la dirección de la fuerza, en cuanto el diente entra en movimiento se desarrolla un sistema complejo de fuerzas de resistencia para limitar dicho movimiento. <sup>(13)</sup>

### **MANERA DE APLICACIÓN DE LA FUERZA.**

La cantidad, duración y dirección de la fuerza puede combinarse en varias maneras, de acuerdo a la intención de Cirujano Dentista y al aparato que se esta usando. <sup>(13)</sup>

### **FUERZAS CONTINUAS.**

Las fuerzas continuas mantienen aproximadamente la misma magnitud de fuerza durante un tiempo indefinido, por ejemplo un resorte. <sup>(13)</sup>

### **FUERZAS DISIPANTES (TIPO INTERRUMPIDO DE REITAN)**

Son continuas pero demuestran una cantidad de fuerza decreciente en un período corto, por ejemplo, un diente con banda ligada a un arca de alambre. Una ventaja de este tipo de fuerza sobre las fuerzas



continúas es el periodo de recobro, reorganización y proliferación celular previo a la reapiación de fuerza. <sup>(13)</sup>

### **FUERZAS INTERMITENTES.**

Están asociadas con aparatos removibles. La fuerza es activa cuando el aparato esta en la boca y no existe cuando se, o retiran. Se ve también en la posición del diente o del aparato durante la masticación y la dicción. <sup>(13)</sup>

Las placas superiores con resortes auxiliares y los aparatos de tracción extrabucal, son ejemplos.

### **FUERZAS FUNCIONALES.**

Aparecen contra el diente solamente durante la función bucal normal, y están asociadas con aparatos removibles sueltos. <sup>(13)</sup>

Las fuerzas funcionales no son fáciles de controlar y no mueven los dientes tan raídamente como las fuerzas disipantes o intermitentes.

### **CANTIDAD DE APLICACIÓN DE LA FUERZA.**

La magnitud de la fuerza determina en alguna medida la duración de la hialinización. <sup>(8, 13)</sup>

### **DURACION DE LA APLICACIÓN DE LA FUERZA.**

Es un factor de importancia ya que el ligamento periodontal debe tener periodos de recobro para reponer la irrigación al ligamento y promover la proliferación celular.





Una fuerza intensa de corta duración puede ser menos perjudicial que una fuerza ligera, continua.

### 3.3. DIRECCION DE LA APLICACIÓN DE LA FUERZA.

Los movimientos dentarios se denominan de acuerdo a la dirección de la aplicación de la fuerza. Se pueden clasificar de dos maneras. La primera: Inclinación, Traslación, Rotación, Intrusión, Extrusión, y Torque. La segunda: Verticales, Horizontales y Oblicuas <sup>(5, 8,10)</sup>.

**Inclinación:** La corona y la raíz se mueven en dirección opuesta alrededor de un centro de rotación dentro de la raíz. <sup>(8)</sup>

**Traslación:** Movimiento dentario corporal, la corona y la raíz se mueven en la misma dirección al mismo tiempo. El movimiento habitualmente es producido por una cupla. En la iniciación de los movimientos corporales, se prefiere una fuerza muy ligera.

**Rotación.** Es el movimiento del diente alrededor de su eje largo. Las rotaciones se efectúan mejor por fuerzas disipantes con periodos de estabilización entre activaciones del aparato.

La recidiva de las rotaciones es especialmente prominente cuando el diente ha sido rotado rápidamente con una fuerza continua, intensa.

**Intrusión.** Es el movimiento del diente en el alvéolo. Se usan fuerzas muy ligeras y, cuando se aplican correctamente, se ve poca recidiva.

**Extrusión.** Es el movimiento del diente fuera del alvéolo, esto es, la raíz sigue a la corona.



Se realizan mejor usando fuerzas continuas, muy ligeras, durante periodos rápidos de crecimiento alveolar.

**Torque.** Es un movimiento de la raíz sin movimiento de la corona. Es un movimiento de inclinación con el fulcrum en la zona del bracket, pero en la práctica siempre hay algún movimiento de la corona.

**Verticales.** Son empleadas para las malposiciones y deformaciones maxilofaciales verticales, pueden ser: unimaxilar; cuando se toma el apoyo en el mismo maxilar.

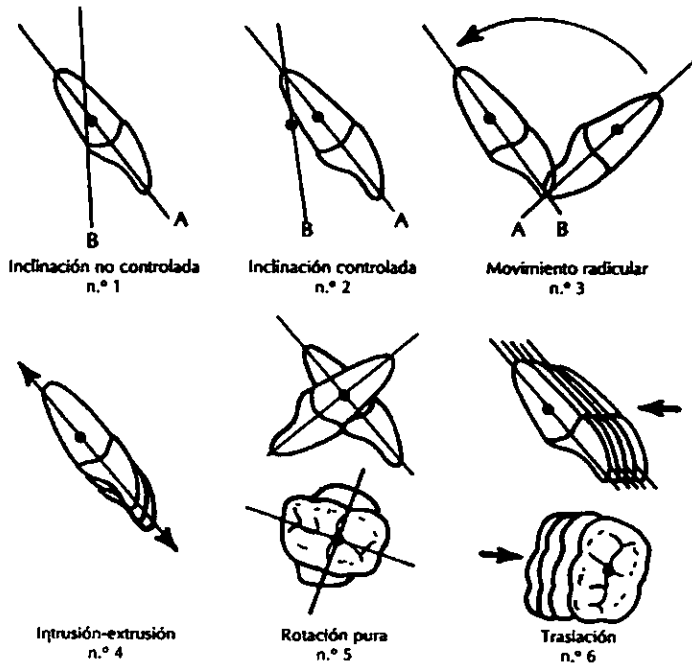
Se encuentran intermaxilares cuando se toma apoyo en el maxilar opuesto. Las fuerzas verticales extraorales tienen menor aplicación.

**Horizontales.** Son todas aquellas que se utilizan para los desplazamientos en los planos horizontales. Aparatos como algunos que utilizan resortes generan fuerzas horizontales dentarias, alvéolo - dentarias y maxilares.

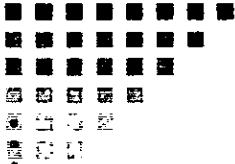
**Oblicuas.** Las intermaxilares son muy conocidas y tienen una exitosa aplicación en tratamientos de clase II y III, por medio de fuerzas elásticas y sostenidas.

Las extraorales son muy aplicadas y en la corrección del promentonismo tiene la mejor indicación sobre todo para el paciente joven.

**Función oclusal.** Los movimientos ortodóncicos son contrarrestados por el engranaje cuspídeo durante la función oclusal, resultando en tironeamientos y a menudo hipermovilidad.



**Fig. 12. Tipos de movimientos dentarios. <sup>(11)</sup>**



## CAPITULO III

# PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS MATERIALES



## CAPITULO III

### PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS MATERIALES

El odontólogo debe tener un conocimiento básico de las diferentes propiedades físicas y mecánicas de cada uno de los materiales que utiliza, enmarcado todo dentro de parámetros de la física aplicada a la Odontología. Por esto a continuación se definen algunas propiedades y términos de la física aplicada.

#### Propiedades elásticas básicas

Elasticidad es la propiedad de un material que le permite, cuando es deformado por una carga, recuperar su forma inicial. Para descubrir las fuerzas de un mecanismo elástico deben medirse tres características o propiedades básicas. <sup>(2, 20)</sup>

En general, la modificación de alguna de ellas produce cambios en las otras.

Estas tres propiedades básicas son las siguientes <sup>(2, 20)</sup>.

1. **Rigidez.** Es una relación de fuerza /distancia que mide la resistencia a la deformación. Se expresa como la cantidad de fuerza necesaria para ejercer un determinado tipo de deformación a una determinada distancia en cierto material.
2. **Dureza.** Es la medida de la máxima carga que puede aceptar determinado material antes de deformarse permanentemente o romperse.
3. **Amplitud de trabajo.** Es una medición lineal de la distancia a la que puede ser deformado un material sin exceder sus límites. <sup>(2, 20)</sup>



Estas propiedades básicas son aplicables no sólo a los materiales elásticos sino también a mecanismos construidos con uno o varios de ellos. Una serie de factores pueden influirlos y modificarlos.

### **Modos de activación.**

Tres son las formas básicas de activación de un material o mecanismo elástico. Entendemos por activación el proceso en que el material o mecanismo es deformado mediante una fuerza, que éste almacena y es capaz de liberar posteriormente:

1. **Axial.** Tiene , en teoría, dos formas: el estiramiento y la compresión. La primera es el modo de activación típica de los elásticos y otros materiales poliméricos y poco importante en los metales. La activación, en este modo, tiene lugar a lo largo de su eje longitudinal.
2. **Flexión.** En este modo de activación, la aplicación de la carga y, por lo tanto, la deformación, se hace perpendicularmente al eje longitudinal del elemento elástico.
3. **Torsión.** Aquí la carga se aplica de modo que se produce una deformación al eje longitudinal del elemento elástico. <sup>(2)</sup>

### **Carga y deformación.**

En el aparato ortodóncico ligado a la dentición, tanto el ligamento periodontal como la capacidad elástica del elemento estructural del aparato (por eje. El arco), permiten que ambas formaciones se deformen cuando se aplica una carga sobre ellos. Estas circunstancias pueden influir en el comportamiento clínico final del mecanismo. <sup>(14, 20)</sup>



El practicante observa la deformación durante la conformación y activación del mecanismo ortodóncico. Esto produce la carga de fuerzas que constituyen la fuerza inicial. <sup>(2.)</sup>

Con el paso del tiempo, los dientes sufrirán desplazamientos que modificarán la deformación de los elementos activos y parte del sistema de fuerzas se modificará de tal modo que también cambiarán las resultantes de los distintos componentes del sistema de fuerzas, cada uno de los cuales puede tener ritmos de liberación diferentes. Esto dependerá de los distintos factores, como material, configuración, características dimensionales, etc. <sup>(14)</sup>

La curva de la carga-deformación de cierto elemento puede describirnos su comportamiento y, por lo tanto, servimos también para predecirlo. <sup>(6)</sup>

Una fuerza externa (estrés o carga) produce una deformación que puede ser, si consideramos el modo como las partículas estructurales modifican sus relaciones, extensional, compresiva o de deslizamiento. Estas deformaciones pueden no ser visibles, pero son parte de las deformaciones de activación antes nombradas.

Cuando quitamos la carga, el material puede volver a su situación inicial pasiva. Hablamos entonces de comportamientos elásticos en contraposición al comportamiento inelástico o deformación plástica, que tiene lugar sino se regresa, parcial o totalmente, a configuración pasiva inicial. <sup>(20)</sup>







### **Factores del comportamiento elástico de los metales.**

Los principales factores que afectan el comportamiento elástico de los metales son:

1. Composición.
2. Manufactura.
3. Características dimensionales.
4. Modo de activación.

Los materiales cristalinos obedecen a la ley de Hooke, que dice que la relación entre la carga y la deformación es siempre igual hasta el límite elástico. La constante de esta relación lineal es el modulo de elasticidad  $E$ , o modulo de Young, la rigidez elástica del material y la inclinación de la parte inicial del diagrama.

El modulo de resiliencia es, cualitativamente, el área existente por debajo del diagrama de carga - deformación hasta el límite elástico.

El modulo de dureza es el área, por debajo de la línea de carga-deformación, hasta el punto de fractura.

Un material es, relativamente, dúctil o quebradizo según la extensión del diagrama más allá del límite elástico.

La ductibilidad del material puede medirse también calculando el porcentaje de elongación o el porcentaje de reducción en el área del punto de fractura.



### **VIGA.**

Cualquier estructura delgada sometida a cargas (que tiende a doblarla). Un arco de alambre ortodóntico funciona mecánicamente como viga. <sup>(7)</sup>

### **DEFLEXION.**

La distancia que se mueve un punto específico sobre una viga cuando esta es doblada por una carga. Generalmente se mide en el punto en que la deflexión es mayor. <sup>(7)</sup>

### **FLEXIBILIDAD.**

Término no específico que denota facilidad para doblar. Puede indicar poca rigidez, poca fuerza, poca amplitud de carga o poca fragilidad, ya sea solos o en combinación. <sup>(5)</sup>

### **MODULO DE ELASTICIDAD.**

Razón entre la tensión por unidad y la carga por unidad. Es un índice de rigidez.

### **DEFORMACION PLASTICA**

Cambio de forma, producido por una fuerza externa que sobre pasa el límite elástico del material. La forma original no será recuperadas al eliminar tal fuerza. Es un cambio de forma permanente.



### **LIMITE PROPORCIONAL; LIMITE ELASTICO.**

La carga máxima o deformación que puede ser obtenida por la ley de Hooke. Sobrepasar este límite crea deformación proporcionalmente mayor que el aumento de carga con deformación plástica <sup>(20)</sup>.

*Límite elástico:* se define como la máxima fuerza o carga externa que puede soportar un cuerpo sin sufrir deformación permanente. <sup>(2, 20)</sup>

*Límite proporcional.* Es la mayor carga que puede soportar un cuerpo, sin sufrir deformación permanente, y en cuyo caso se mantiene la proporcionalidad entre fuerza y deformación. <sup>(2, 14, 20)</sup>

### **RESILENCIA.**

Es la capacidad de un material para almacenar energía elástica . Depende de los efectos combinados de rigidez y límite de trabajo. La resiliencia de una propiedad de un material mismo y no esta relacionado con el tamaño y la forma.

### **MODULO SECCIONAL.**

El valor de una sección transversal de una viga proporcional a la máxima capacidad de carga. <sup>(14)</sup>

### **MOMENTO FLEXOR.**

Medida de un esfuerzo realizado para doblar en un punto específico de una viga; medido en unidades de fuerza multiplicados por distancia.



### **MODULO DE CORTE.**

Esta basado en una fuerza cortante, y no en una de tensión. Es un índice de rigidez y de corte.

### **INDICE DE ELASTICIDAD.**

Razón entre la fuerza y la deflexión. Es un índice de rigidez. <sup>(14)</sup>

### **DEFORMACIÓN.**

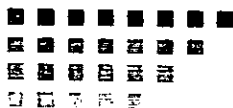
Cambio de forma producido por la aplicación de una fuerza.

### **ESFUERZO.**

Fuerza aplicada a una estructura mecánica. La aplicación de esfuerzo produce deformación dentro de la estructura. El esfuerzo puede proceder de fuerza o de fuerzas que actúan dentro del material. <sup>(4)</sup>

### **ENDURECIMIENTO POR TRABAJO.**

Cambios en la estructura interna de un metal, producidas por deformación plástica. En el endurecimiento por trabajo, la estructura cristalina se hace más rígida y aumenta el límite elástico.



CAPITULO IV

**APLICACIÓN DE LA MECANICA**

**EN LA APARATOLOGIA**

**ORTODÓNICA.**



## **CAPITULO IV**

### **APLICACIÓN DE LA MECANICA**

### **EN LA APARATOLOGIA ORTODÓNICA.**

El punto de partida para el diseño de cualquier aparato de ortodoncia se basa en ciertas suposiciones sobre la naturaleza de un sistema de fuerzas optimo que mueve los dientes. <sup>(5)</sup>

El diseño de un aparato ortodónico depende de una comprensión total de las variables físicas y biológicas.

Es una zona donde los conceptos de física pueden aunarse con los de biología y llegar a una verdadera disciplina biomecánica.

Aunque no es el propósito de este capítulo indicar el diseño de los aparatos para ortodoncia, hay cierto mérito en señalar la importancia de las mismas.

1. La persona que haga el diseño debe considerar ciertas premisas sobre la naturaleza y la reacción que estas producen. <sup>(5)</sup>

Cabe reafirmar que deben prevalecer los objetivos biológicos del tratamiento ya que en ellos no existe base para el diseño de los aparatos.

2. Se debe decidir el diseño básico que está determinado por las limitaciones de espacio en la cavidad bucal. Más importante el diseño tendrá que generar el sistema de fuerzas requerido de acuerdo a lo establecido por la mecánica. <sup>(5)</sup>



3. Una vez establecido el diseño general pueden determinarse sus dimensiones generales las cuales deben ser las adecuadas para generar fuerzas y respuestas satisfactorias.

Esto no quiere indicar que los aparatos deben diseñarse siempre siguiendo la misma secuencia lógica. Las muchas variables en el diseño de los aparatos son concomitantes y no pueden separarse. Más aún no se sugiere que todo lo que se necesita para poder diseñar un aparato sea un grupo de conocimientos mecánicos. El respaldo de las ciencias físicas puede ayudar en el diseño de los aparatos, pero su desarrollo implica cierto porcentaje de intuición así como experimentación clínica y de laboratorio. <sup>(3)</sup>

Las ciencias básicas, en lugar de el método de ensayos y errores, ofrecen las mayores posibilidades para el desarrollo futuro de los aparatos de ortodoncia.

Es importante reafirmar que los aparatos elaborados en ortodoncia actúan de acuerdo a un sistema de fuerzas basado en la ingeniería física, por esto es indispensable separarlos de acuerdo a la manera en que actúan, y así aplicar los conocimientos estudiados en capítulos anteriores con sabiduría y razonamiento para un óptimo tratamiento.

Así los elementos que constituyen un aparato ortodóncico pueden ser clasificados en activos y pasivos, los cuales se complementan uno con el otro.



## ELEMENTOS ACTIVOS.

La misión de estos elementos es, básicamente, almacenar fuerzas que se les introduce al activarlos y liberarla posteriormente, de un modo determinado, sobre los dientes; y estimular, de este modo, los cambios hísticos que permiten el movimiento dentario. A estos componentes se les llama en conjunto, elementos activos. Son elementos con propiedades elásticas, que proporcionan la capacidad de almacenamiento y liberación de fuerzas, cuya selección y diseño permite controlar las características de las fuerzas que se le aplican sobre los dientes. <sup>(2)</sup>

Así, podemos regular la intensidad, duración y dirección de las fuerzas.

Por el material puede ser clasificado en dos grupos <sup>(2)</sup>:

1. **Poliméricos.** En este primer grupo encontramos los elásticos de caucho que en general son llamados Elásticos, y los materiales elastoméricos, que pueden encontrarse disponibles en variadas configuraciones. <sup>(2)</sup>
2. **Metales.** En este segundo grupo se incluyen los alambres para la confección de arcos y otros componentes de los aparatos ortodóncicos y los muelles o resortes. <sup>(2)</sup>

Estos materiales se activan por estiramiento, flexión, torsión o por una combinación de estas fuerzas. <sup>(2)</sup>

Al seleccionar elementos activos para aparatos ortodóncicos deben considerarse las características del trabajo que dicho elemento va a





realizar, las condiciones en las cuales dicho trabajo tendrá lugar y las fuerzas a las que se encontrará sometido.

Esencialmente, esto significa que la información inicial necesaria será saber la fuerza máxima a ser aplicada, la extensión de movimiento necesario, la dirección de la fuerza y la cantidad de espacio disponible para el aparato completo.

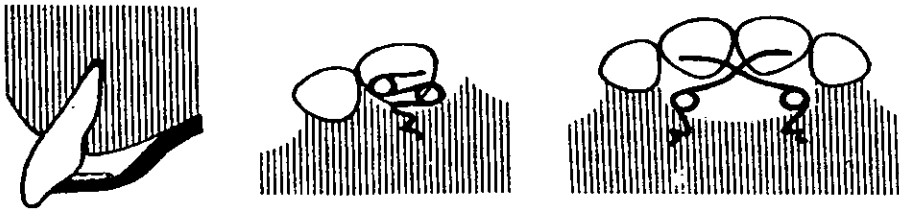
A partir de esta información es posible comenzar a visualizar el elemento activo y las fuerzas que desarrollará durante el tratamiento.

### **RESORTES.**

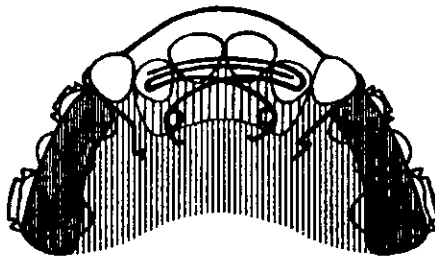
Los resortes a espiral se usan en ortodoncia como elementos activos, pudiendo ser comprimidos o estirados. Sin destruir estos usos de los resortes completos, se debe, sin embargo aclarar que el alambre con el cual se confeccionan estos elementos están sometidos a torsión y en corte. <sup>(2, 8)</sup>

Son fuerzas elásticas que generan los alambres metálicos y que agregamos a los aparatos para corregir determinados movimientos dentarios imposibles o difíciles de obtener por la sola acción de estos. En algunos aparatos, constituye el resorte el principal y único elemento de fuerza correctiva, y en otros son un complemento más para determinados movimientos.

Los resortes producen desplazamientos por la fuerza elástica que origina la flexión del alambre y actúan como un pequeño mecanismo ortodóncico. Constan por lo tanto de un apoyo o anclaje, de la fuerza y del punto de aplicación.



*Fig. 14. Resortes linguales para labializar la corona. <sup>(2)</sup>*



*Fig. 15. Resortes linguales para labializar la corona. <sup>(2)</sup>*

### LIGADURAS.

La ligadura metálica actúa por las fuerzas que genera la torsión, fuerza instantánea, quedando luego un descanso hasta la sesión en que se vuelve a torsionar. En muchos casos se combina la fuerza de torsión instantánea con la deformación elástica del arco que la sostiene. <sup>(9)</sup>



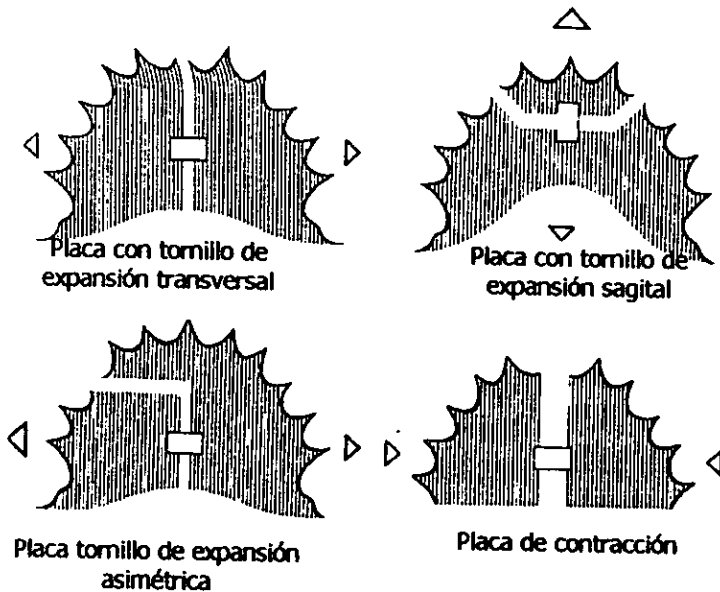
### GOMAS.

Las gomas elásticas de ortodoncia son anillos pequeños hechos de goma látex casi pura o de tubos de goma blanda especialmente compuesta, cuya deformación produce una fuerza elástica utilísima en ortodoncia y que se agrega a los diversos aparatos. <sup>(9)</sup>

Las fuerzas que generan las gomas dependerá del grosor del anillo y de la calidad del latex.

### TORNILLOS.

Es un aditamento utilizado para activar una placa acrílica; el cual permite la liberación de fuerzas acumuladas y su aplicación es siempre para efectuar un movimiento particular. <sup>(9)</sup>



**Fig. 16.** Placa activa con tornillos. <sup>(2)</sup>



## **ELEMENTOS PASIVOS.**

El diseño de elementos pasivos es un importante aspecto de la técnica de fuerzas diferenciales debido a que los sistemas de fuerzas derivados de los elementos activos tienen que ser controlados en todos los momentos para desarrollar el máximo de su potencial. <sup>(2)</sup>

Los componentes pasivos del aparato controlan a estos sistemas de fuerzas.

Los componentes pasivos actúan como elemento de fijación para los componentes activos. <sup>(9)</sup>

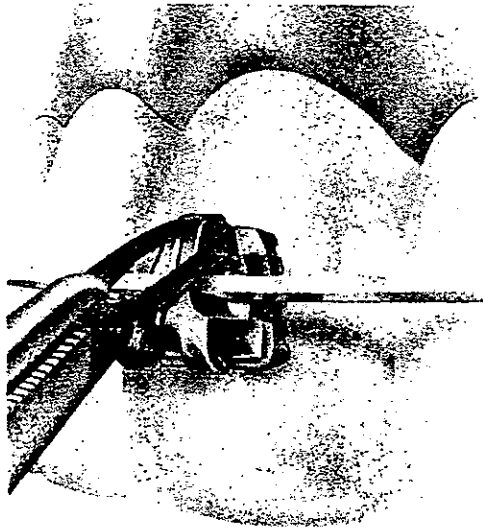
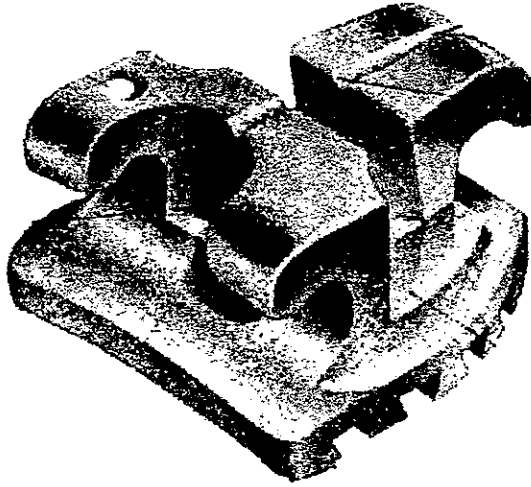
## **BRACKETS Y ARCO**

Los brackets reciben y distribuyen las fuerzas, modifican su dirección y permite que algunas capacidades de la fuerza almacenada en el arco se realicen o se disipen sin acción. <sup>(2, 8, 10)</sup>

El diseño del bracket y del arco deben estar coordinados para que se puede sacar el máximo de posibilidades del mecanismo.

La relación entre las características del arco y los brackets supone unas potencialidades o unas limitaciones. <sup>(2, 5, 10)</sup>

**ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA**



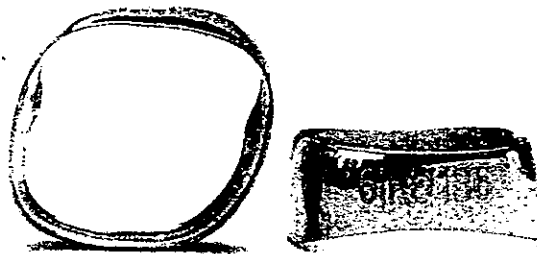
**Fig. 17. Brackets** (2, 5, 10)



## BANDAS

Las bandas son componentes pasivos de un aparato de ortodoncia. Las fuerzas derivadas de los arcos de alambre, los cuales son componentes activos de un aparato, se transmiten a través de los primeros a los dientes. <sup>(2, 5)</sup>

La fabricación y correcta ubicación de los brackets sobre las bandas y de las bandas sobre los dientes, son algunos de los factores decisivos de la forma en la cual las fuerzas derivadas de los aparatos son dirigidas a los dientes y a su envoltura alveolar. <sup>(5, 10)</sup>



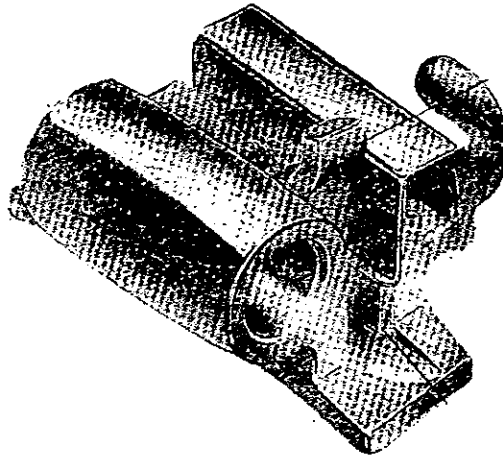
*Fig. 18. Bandas. <sup>(6)</sup>*

## TUBOS.

Consiste en una pieza de luz rectangular idéntica al bracket, que se suelda a la banda del molar tal como fuera propuesta por Angle para el arco cinta.



Los tubos de los primeros y segundos molares inferiores suelen ser simples y con un gancho en mesial para sujeción de ligaduras o elásticos. En el último molar superior se añade otro tubo para la inserción del arco facial de la tracción extraoral; forma así un tubo combinado para arce redondo y rectangular. Esto es en el tratamiento con aparato de arco de canto. (2, 5, 10)



**Fig. 19. Tubos (2)**



## TIPOS DE APARATOS

De acuerdo a lo anterior, los aparatos pueden ser divididos en dos tipos: FIJOS y REMOVIBLE. <sup>(19)</sup>

**FIJOS:** son aquellos que una vez colocados solo pueden ser retirados por el operador.

La aparatología fija se lleva a cabo comúnmente en diferentes técnicas por mencionar alguna , mencionamos las siguientes <sup>(19)</sup>.

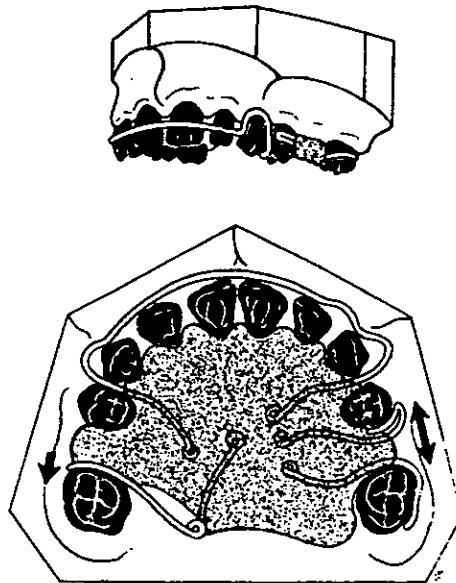
1. Edgewise
2. Jarabak
3. Angelis
4. Tip edge
5. Andrews
6. Begg

Este tipo de aparatos actúa fundamentalmente en ortodoncia correctiva. aplicando diferentes tipos de fuerzas.

**Removibles:** Son aquellos que son adaptados a los dientes de tal forma que pueden ser removidos ya sea por el paciente o por el operador.

1. Placa con resortes para movimientos dentarios menores <sup>(2)</sup>
2. Placa de Shwarz
3. Disyuntor
4. Recuperador de espacio
5. Placa Hawley con arco vestibular activo.





*Fig. 19. Recuperador de espacio.* <sup>(2)</sup>



## CONCLUSIONES

1. La importancia de conocer la física es optimizar y mejorar la terapéutica en ortodoncia .
2. La mecánica nos da armas y una gran cantidad de recursos para lograr el fin perseguido por el tratamiento ortodóncico.
3. Siempre que tengamos un mayor y mejor conocimiento de los mecanismos que desencadenan el movimiento dentario nos permitirá definir con mayor precisión los componentes y las características de las fuerzas que queremos proporcionar a nuestros tratamientos.
4. También el incremento de la capacidad de analizar las características de los componentes y las fuerzas liberadas por un determinado mecanismo, permitirá comprender mejor las respuestas dentarias obtenidas.
5. Pero es importante especificar que no con el conocimiento de todo el sistema de fuerzas o la física aplicada, se podrá realizar un tratamiento que requiera movimientos dentales, ya que la ortodoncia no es simplemente principios físico - mecánicos; sino es una serie de conocimientos que interactúan para obtener resultados adecuados y satisfactorios que puedan dar el éxito buscado en la terapéutica ortodóncica.



## PROPUESTA

Durante el curso de ortodoncia en la Facultad se enseña la biomecánica en general siempre dándole más importancia a la reacción que tiene los dientes , hueso y ligamento periodontal a lo largo del tratamiento y al resultado final que sufren los mismos pero se toma menos en cuenta los conocimientos de física, mecánica que se deben tener.

Entonces al realizar este trabajo se ha llegado a la siguiente propuesta :

Si a los alumnos se les da una adecuada información y un estímulo para que se interesen en los conocimientos básicos de la mecánica entonces tendrán una conciencia apta para poder aplicar dichos conocimientos y realizar cualquier tratamiento con razonamiento para lograr resultados satisfactorios pero sobre todo bien fundamentados.



## BIBLIOGRAFIA

1. BEGG, A. KESLING, J.; "Ortodoncia, Teoría y Técnica", Ed. Salvat., Madrid, España., 1973.
2. CANUT BRUSOLA, JOSE A.; "Ortodoncia Clínica". Ed. Salvat, 1ª edición, México., 1992
3. CHACONAS SPIRO, J.; " Ortodoncia ". Ed. Manual Moderno., México., 1983.
4. GRABER T. M., NEUMANN, BEDRICH.; " Aparatología Ortodóntica Removible ".Ed. Médica Panamericana., 1ª Edición, Buenos Aires, Argentina., 1982.
5. GRABER, T. M.; " Ortodoncia. Teoría y Práctica ". Ed. Interamericana., México., 1983.
6. GRABER.- SWAIN.; "Ortodoncia ", Ed. Panamericana., México, 1979.
7. GRABER, T.M.; " Aparatología Ortodontica Removible " Ed. Panamericana., México., 1987.
8. GUARDO, C.; " Ortodoncia " Ed. Mundi., Buenos Aires Argentina., 1981
9. HIRSCHFELD, L.; "Pequeños Movimientos Dentarios en Odontología General " Ed. Mundi., Buenos Aires , Argentina 1980.
10. JARABAK, FIZZEL.; " Aparatología del Arco de Canto con Alambres Delgados ". Ed. Mundi., Buenos Aires, Argentina., 1975.
11. MARCOTTE M R. Biomecánica en Ortodoncia. Ed. Masson-Salvat Ortodoncia. 1ª edición Barcelona, España. 1992.



12. MAYORAL, J. ET. AL.; " Ortodoncia. Principios fundamentales y Práctica ", Ed. Labor., Barcelona, España.,1983
13. MOYERS, R.E.; " Manual de Ortodoncia ", Ed. Mundi., Buenos Aires, Argentina.,1980.
14. PROFFIT WILLIAM R. "ORTODONCIA, TEORIA Y PRACTICA" Editorial Mosby/Dyoma 2ª. Edición.
15. SIM, JOSEPH, M.; " Movimientos Dentarios Menores en Niños "., De. Mundi., Buenos Aires, Argentina., 1973.
16. THUROW, R.C.; "Atlas de principios Ortodóncicos" Ed. Interamericana., Buenos Aires, Argentina., 1979.
17. CRAIG, S. W.; " Equilibrium Clarifield ", " American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics ",Vol.108., Nº 1., October., 1995.
18. YAMAGUCHI,K., NANDA,S., R.; " A Study of force application, amount of retarding force, and bracket width in sliding mechanics ", "American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics ",, Vol. 109., Nº 1, January 1996.
19. ANDERSON G M. Ortodoncia Práctica. Editorial Mundi, 1ª edición Buenos aires argentina. 1996.
20. GUZMÁN BAEZ J H. Biomateriales odontológicos de uso clínico. Editorial Cat Editores. 1ª edición . Colombia, 1990.